

基坑工程中的旋挖桩施工技术与应用

——以广西某深基坑项目为例

杨涛

广西物流职业技术学院 广西贵港 537100

DOI: 10.12238/ems.v7i8.14640

[摘要] 随着城市化进程的推进,深基坑工程在高层建筑及地下空间开发中占据了重要位置。旋挖桩作为一种高效、适应性强且环保的施工技术,逐渐成为深基坑支护中常用的技术之一。本文通过对广西某深基坑项目的案例分析,探讨了旋挖桩施工技术的应用与创新,研究了施工过程中所遇到的技术挑战及解决措施,尤其是在复杂地质条件和高水位环境下的技术难点,提出了适应性强的技术优化方案。通过技术创新和优化,旋挖桩有效提升了施工效率、保证了施工质量,并为今后类似项目提供了重要借鉴。

[关键词] 旋挖桩; 基坑支护; 深基坑; 施工技术; 案例分析

1. 引言

基坑工程作为高层建筑与地下空间开发的重要环节,面临着越来越多的技术难题和施工挑战,特别是在复杂地质条件和高水位环境下。传统的桩基施工技术,虽然已在许多工程中得到应用,但在某些特殊环境中仍存在诸如施工效率低、环境污染大、基坑支护安全性差等问题。因此,寻找一种高效、安全、环保的施工技术显得尤为重要。

旋挖桩技术作为一种现代化的桩基施工方法,具有施工周期短、噪音污染小、适应性强等优点,特别适用于复杂地质条件和高水位环境。旋挖桩技术不仅可以有效提升施工效率,还能减少对周围环境的影响。本研究通过对广西某深基坑项目的案例分析,探讨了旋挖桩技术在该项目中的创新应用,分析了施工过程中遇到的技术难点,并提出了创新的解决方案。

2. 项目背景与概况

本工程为广西某危旧房改住房改造项目,项目总建筑面积为116,135.4 m²,地下部分为2层,地上部分为16-34层住宅楼。地下建筑面积27,152.96 m²,地上建筑面积88,894.85 m²。该项目位于南宁市繁华地段,周围建筑密集且地下管线复杂,基坑支护设计尤为关键。

项目设计要求基坑深度达到11m,并要求采用旋挖桩进行基坑支护。旋挖桩桩径为 $\varnothing 1000\text{mm} \sim \varnothing 1200\text{mm}$,总桩数为446根,桩长14~19m,混凝土强度等级为C30。桩顶设有冠梁,桩中部设有腰梁,支护体系采用旋挖桩和内支撑梁结合的形式。支护系统的设计目标是确保基坑施工期间不发生坍

塌,保障周围环境和建筑物的安全。

3. 文献回顾与问题提出

旋挖钻技术因其高效率、精度高、对环境影响小等优势,广泛应用于桩基施工中,尤其是在复杂地质条件下。旋挖钻技术不仅可以显著提高施工效率,还能保证桩基的稳定性。然而,在施工过程中,塌孔问题(即孔壁坍塌)仍然是影响施工质量和安全的常见问题,特别是在软弱地层和岩溶地层等复杂地质条件下。

同时,旋挖钻具的设计和性能对钻孔的稳定性具有重要影响。近年来,研究者对旋挖钻头及其辅助装置进行了大量研究,尤其是上、下扶正装置的使用,这些装置能有效减少钻头的侧向位移,提高钻具的导向能力,从而降低钻孔的偏斜度。

在复杂的地质条件下,尤其是岩溶地层和混合土石层,旋挖钻施工面临着更大的挑战。岩溶地层由于溶洞的存在,易导致钻孔塌陷,且难以控制施工的安全性和质量。因此,采用钢护筒、泥浆护壁等技术手段,以增强孔壁稳定性和减少泥浆泄漏,是应对这一问题的有效方法。针对旋挖钻施工中常见的塌孔问题,研究提出了多种处理方法,包括泥浆护壁法、全长钢护筒法、注浆加固法等。通过合理选择和应用这些技术,可以有效预防和解决塌孔问题,提高桩基施工的安全性和可靠性。尽管旋挖桩技术在理论上具有很大的潜力,但实际应用中仍存在一定的挑战,特别是在高水位环境、复杂地质和高密度城市区域的施工中,如何优化泥浆配比、控制桩位精度及混凝土充盈效果,仍是需要解决的难题。因此,

如何在这些环境下提升旋挖桩施工的精度、效率和质量,是当前研究的重点。

4. 创新点

在文献回顾的基础上,本文提出以下创新点,以解决旋挖桩施工过程中遇到的技术难题:

(1) 桩位精确控制与垂直度管理的创新

本项目采用了基于激光测距仪与全站仪的高精度放样技术,在施工中实时监控桩位,确保桩位误差在最小范围内。同时,通过对旋挖钻机进行精细调校,解决了桩孔垂直度管理难题。采用实时监测系统确保了桩孔的垂直度误差不超过设计标准,从而提高了基坑支护系统的稳定性。

(2) 泥浆稳定性与配比优化的技术创新

高水位条件下,泥浆的稳定性是旋挖桩施工中的关键技术难点。本项目通过优化泥浆配比,增加泥浆的黏度和流动性,增强了泥浆的稳定性,有效防止了泥浆泄漏和孔壁坍塌现象。这一创新性方案能够确保施工过程中泥浆在水位较高的情况下仍能有效支撑桩孔,避免了传统方法中泥浆失稳的问题。

(3) 混凝土充盈与泵送系统优化

在复杂地质条件下,混凝土的充盈不充分是影响桩基质量的关键因素之一。本项目通过对混凝土泵送系统进行优化,调整泵送速度和压力,保证了混凝土能够均匀地充填每个桩孔,解决了充盈不完全的问题。这一技术创新有效提高了桩基的承载力和稳定性。

(4) 施工安全管理与监控系统的创新应用

本项目在施工过程中引入了先进的安全监控系统,结合施工现场的实时数据,通过监控系统对施工人员和设备进行动态管理,有效提高了施工过程中的安全性。同时,施工前对施工人员进行了系统的安全培训,确保每个环节都符合安全操作规范。

通过上述创新点的提出和应用,本项目有效解决了旋挖桩施工过程中遇到的一系列技术难题,为类似项目提供了新的解决方案和参考。

5. 施工过程中遇到的技术难题与解决措施

在本项目中,旋挖桩技术发挥了显著优势,特别是在复杂地质条件和高水位环境下,成功克服了诸多施工难题,确保了工程的顺利进行。施工过程中的技术难题主要集中在桩位定位、桩孔垂直度控制、泥浆稳定性、混凝土充盈以及周围环境的保护等方面。以下是针对这些问题的详细分析与解

决措施。

5.1 桩位偏移问题与解决措施

由于项目地处城市繁华地段,周围建筑物密集且地下管线复杂,桩位的准确性对整个基坑支护系统的安全性至关重要。旋挖桩施工中,桩位偏移常常由于设备误差、定位不准以及环境因素(如风力、地面沉降等)导致。为了解决桩位偏移问题,施工团队采取了以下措施:

(1) 高精度测量设备的使用:项目采用了激光测距仪、全站仪等高精度测量工具进行桩位放样。通过实时监测桩位的偏移情况,确保每根桩的位置与设计图纸保持一致。

(2) 严格的现场监控:施工前,所有设备的定位都进行了多次校准,并使用激光引导系统来确保钻机和桩位的精确对准。施工过程中,监控人员定期检查设备的稳定性,确保设备在整个施工过程中的定位精度。

(3) 调整钻机的移动方式:对于一些容易发生偏移的桩位,施工团队采取了逐步推进的方式进行钻进,每推进一定深度就进行定位和校准,确保桩孔垂直且桩位无偏移。

通过上述方法,施工团队成功解决了桩位偏移问题,确保了桩基的准确性和基坑的稳定性。

5.2 桩孔垂直度控制问题与解决措施

旋挖桩施工中的桩孔垂直度控制一直是施工过程中面临的技术难题。尤其在软土层或非均匀地层中,钻机无法完全保持垂直,容易导致桩孔倾斜,进而影响桩基的承载力和稳定性。本项目采用了以下解决措施:

(1) 钻机垂直度的实时监控:采用了带有垂直度监测系统的旋挖钻机,该系统能够实时检测钻机的垂直度并自动进行微调,确保钻孔垂直度达到设计标准。钻机的微调功能确保了即便在不均匀土层中,钻头也能始终保持垂直。

(2) 增强钻机安装的精度:在施工前,团队对钻机进行了详细的水平校准,确保设备在开始施工时处于精确的垂直位置。施工过程中,通过持续监控调整设备角度,避免因外部因素(如土层摩擦力不均)导致的钻孔倾斜。

(3) 分阶段施工:在钻孔过程中,采取分阶段推进的方式,每推进一定深度就对钻头的角度进行重新调整,确保整体垂直度控制在合理范围内。对于深孔施工,采用分层浇筑的方式,确保桩孔的垂直度和质量。

这些措施有效地解决了桩孔倾斜问题,提高了桩基的承载力和稳定性,确保了基坑支护系统的安全性。

5.3 泥浆失稳问题与解决措施

泥浆失稳问题在高水位环境中尤为突出,尤其是在施工过程中,泥浆往往会受到水流和压力变化的影响,导致泥浆稳定性下降,进而引发桩孔坍塌、泥浆泄漏等问题。本项目的解决措施包括:

(1)优化泥浆配比:根据项目施工地质条件和水文条件,施工团队研发了新的泥浆配比方法。通过调整泥浆的黏度、比重和流动性,使泥浆能够更好地适应水位变化,保持稳定的物理化学性能。特别是在高水位条件下,泥浆的比重和流动性得到了特别优化,能够有效抵抗水流的冲击,防止泥浆泄漏。

(2)使用化学稳定剂:为进一步增强泥浆的稳定性,项目中使用了专门的化学稳定剂。这些化学稳定剂能够提高泥浆的密度和粘度,增强泥浆的抗流动性,减少泥浆失稳的风险。

(3)实时监测与调整:施工过程中,定期检查泥浆的稳定性和粘度,确保其符合设计标准。通过泥浆压力和流量的实时监控,及时发现并处理泥浆失稳问题。对于泥浆的更新,施工团队严格按照标准操作,避免因泥浆质量问题引发的施工延误。

通过以上措施,施工团队成功解决了泥浆失稳问题,确保了桩孔的稳定性,避免了水土流失和施工环境污染。

5.4 混凝土充盈问题与解决措施

混凝土充盈不充分问题在旋挖桩施工中较为常见,特别是在深桩施工中,混凝土难以均匀充填整个桩孔,从而影响桩基的承载力和稳定性。为解决这一问题,本项目采取了以下措施:

(1)优化混凝土泵送系统:项目中使用了高效的混凝土泵送设备,优化了泵送压力、泵送速度和管道的直径。通过合理调节泵送参数,确保混凝土能够均匀充填桩孔,并有效解决了充盈不充分问题。

(2)分层浇筑法:由于基坑的深度较大,采用了分层浇筑的方式。在浇筑过程中,每次浇筑一定高度后,静置几分钟,确保混凝土充分沉降、密实,减少了空隙,避免了不饱满的桩基。

(3)混凝土质量控制:项目中严格控制混凝土的配比和材料质量,确保混凝土的强度和流动性符合设计要求。并在混凝土浇筑前,通过试块检测,确保混凝土的质量满足施工标准。

这些措施确保了桩孔充盈的充分性,从而有效提高了桩基的稳定性和承载力。

5.5 周围环境的保护与施工安全

本项目位于城市密集区域,周围建筑物和地下管线较为复杂,施工过程中需特别关注周围环境的保护和施工安全。施工团队采取了以下保护措施:

(1)加强施工区域的围挡管理:施工现场周围设置了严格的安全围挡,并对施工区域进行全天候监控,确保施工过程中不对周围建筑物和交通造成影响。

(2)实时监控施工过程:在施工过程中,项目团队使用了多种监控设备对基坑周围的地下管线、建筑物和地面沉降情况进行实时监测,确保施工对周围环境的影响最小化。

(3)安全施工管理:所有施工人员都进行了详细的安全培训,确保每个环节都符合安全操作规范。此外,施工过程中设立了专门的安全管理人员,实时监控施工进度与安全状况,确保施工人员的安全。

6. 结论

旋挖桩技术在深基坑支护中的应用具有显著优势,尤其在复杂地质条件和高水位环境下,旋挖桩能够提供高效、安全的施工方案。本项目通过对旋挖桩施工技术的创新与优化,解决了施工过程中遇到的多个技术难题,提高了施工效率和桩基质量。未来,随着技术的不断发展,旋挖桩技术将在更多复杂环境中得到广泛应用。

[参考文献]

- [1]谭松娥,方小红,杨勇,等.大直径灌注桩的分级扩孔旋挖钻头导向能力分析[J].建筑技术,2025,56(2):215-219.
- [2]李文炳.复杂地层旋挖钻钻孔灌注桩施工技术分析[J].安徽建筑,2025,3(17):54-58.
- [3]刘雨.灌浆施工技术在水利工程防渗处理中的应用研究[J].水利工程,2025,12(4):120-126.
- [4]李松.旋挖钻技术在高速公路特大桥桩基施工中的应用[J].四川水泥,2025,6(3):244-249.
- [5]黎要彩.旋挖钻孔灌注桩塌孔处理方法探究及运用[J].福建设计与施工,2025,319(1):85-89.
- [6]江小波.岩溶地层条件下旋挖钻技术在桥梁桩基施工中的应用[J].道路与桥隧,2025,6(4):195-200.